

## CARACTERIZAÇÃO ESPACIAL DE FRAUDES DE ÁGUA EM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA<sup>1</sup>

Guilherme Araujo Lira de Menezes<sup>2</sup>, Elisa Henning<sup>3</sup>, Andreza Kalbusch<sup>4</sup>, Kairo Pereira Teodoro da Silva<sup>5</sup>.

<sup>1</sup> Vinculado ao projeto “Usos finais e atitudes ambientais: investigando o consumo de água em uma universidade”

<sup>2</sup> Acadêmico do Curso de Ciência da Computação – CTT – Bolsista PIBIC

<sup>3</sup> Orientador, Departamento de Matemática – CCT – elisa.henning@udesc.br

<sup>4</sup> Coorientador, Departamento de Engenharia Civil - CCT - andreza.kalbusch@udesc.br

<sup>5</sup> Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - CCT

Perdas de água são um dos fatores que causam maior impacto na sustentabilidade de sistemas de abastecimento de água (Shubo, 2003). As perdas no sistema de água são classificadas entre dois tipos: as perdas físicas, que são causadas por problemas físicos do abastecimento, como vazamentos, (Jang & Choi, 2018) e perdas aparentes, que ocorrem quando a água é consumida, mas não paga, como no caso das fraudes (Jang et al., 2018). Fraudes no sistema de abastecimento de água permitem o uso não autorizado de água através de conexões ilegais.

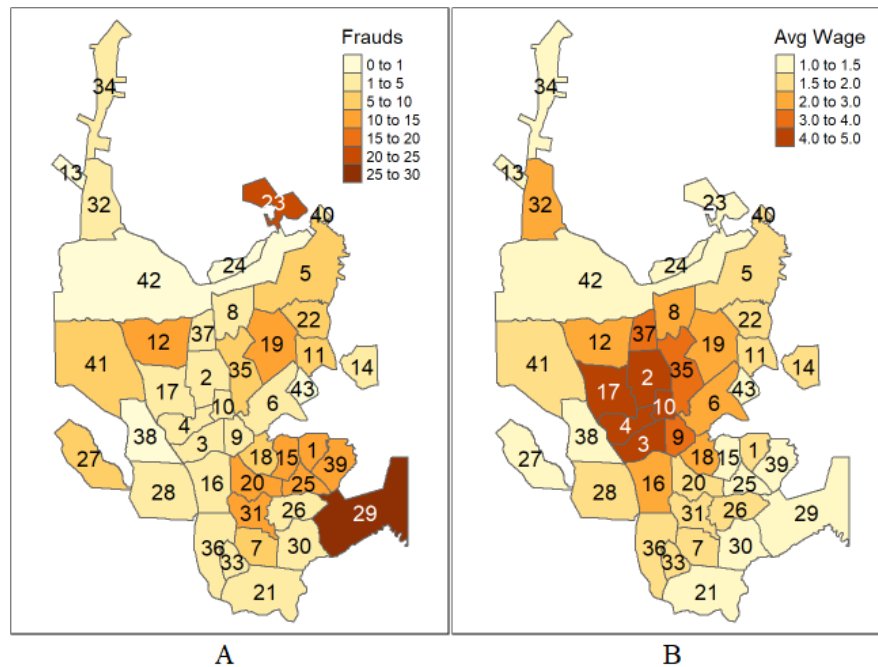
Como as fraudes geralmente ocorrem em locais de difícil acesso e de difícil visualização existem diversos estudos que propõem formas de localizar e prever a ocorrência de fraudes, porém sem explorar totalmente os aspectos geográficos (Phua et al, 2010). Estudos prévios já demonstraram aumento significativo de sucesso com o uso de localização espacial em suas buscas, além de possíveis relações sociais com a frequência de fraudes (Morote e Hernández, 2017), porém estudos com foco na área de caracterização espacial ainda são raros e poucos.

Esta pesquisa teve por objetivo realizar uma análise espacial da distribuição de fraudes na cidade de Joinville. As fraudes abrangidas no estudo foram conexões clandestinas feitas na rede de distribuição, *bypass* nos medidores e reconexão ilegal de abastecimento cortado.

A análise espacial foi feita com base nos dados da Companhia Águas de Joinville (CAJ), Secretaria de Planejamento Urbano e Desenvolvimento Sustentável (SEPUD) e os *shapefiles* disponíveis do Sistema de Informações Municipais Georreferenciadas (SIMGeo) da prefeitura de Joinville.

As variáveis utilizadas para criação dos mapas foram: tipo e número de fraudes no período, número de clientes, número de habitantes e renda média. As informações foram agrupadas por bairro antes da criação dos mapas para melhor visualização e os mapas criados usando o software R com o pacote tmap. Dois exemplos de mapas gerados podem ser vistos na figura 1. Além dos mapas, a estatística I de Moran também foi calculada para analisar a existência de uma possível correlação espacial, tanto para o mapa de fraudes como para as proporções entre número de fraudes/número de clientes e consumo de água/número de fraudes. Para os cálculos foi usado o Software R com o pacote spdep.

Os resultados encontrados apontam para uma maior frequência de fraudes em tipologias residenciais e em regiões com maior vulnerabilidade social, enquanto nenhuma fraude foi encontrada em edificações públicas. Esses resultados concordam com a literatura indicando a ocorrência de fraudes como um problema e indicador socioeconômico.



**Figura 1.** (A) Mapa de Fraudes de Joinville. (B) Mapa de Renda Média de Joinville

**Palavras-chave:** Fraudes. Perdas de Água. Análise espacial. Moran.

### Referências

- Shubo, T. 2003. Sustentabilidade do abastecimento e da qualidade da água potável urbana. 126f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Saúde Pública) – Escola Nacional de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 2003.
- Jang D. & Choi G. 2018 Estimation of Non-Revenue Water Ratio Using MRA and ANN in Water Distribution Networks. *Water*, 10(2), 1 - 13. <https://doi.org/10.3390/w10010002>.
- Jang D., Park H. & Choi G. 2018 Estimation of leakage ratio using principal component analysis and artificial neural network in water distribution systems. *Sustainability*, 10(30) 1 – 13.
- Phua, C., Lee, V., Smith-Miles, K. & Gayler, R. 2013. A Comprehensive Survey of Data Mining-based Fraud Detection Research (Bibliography).
- Morote A. R., Hernández M. H. 2018 Unauthorised Domestic Water Consumption in the City of Alicante (Spain): A Consideration of Its Causes and Urban Distribution (2005–2017). *Water*, 10(7), 1-18.
- Detroz, J.P., Da Silva, A.T. 2017. Fraud detection in water meters using pattern recognition techniques. In *Proceedings of the ACM Symposium on Applied Computing*, Marrakech, Morocco, 3–7 April; pp. 77–82